

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-251301
(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl. H04L 12/24
H04L 12/26
G06F 13/00

(21)Application number : 2000-314502 (71)Applicant : ORILLION CORP
(22)Date of filing : 13.10.2000 (72)Inventor : LINDSEY TERRY P

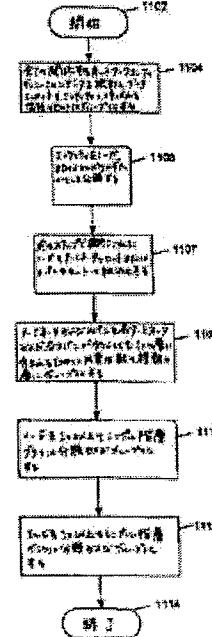
(30)Priority
Priority number : 2000 511579 Priority date : 23.02.2000 Priority country : US

(54) SYSTEM AND METHOD FOR MODELING NETWORK DATA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system and method for modeling network data that models a configuration of a composite network by which a user can load and retrieve information as to the network configuration in a convenient way.

SOLUTION: The method modeling a composite network includes a step where an entity provided with the network is identified, a step where one entity or more is classified into a node or an edge, and a step where a set of layers having the node or edge is defined, the layer has at least one node, an optional node or edge is a member of one layer only, the edge included in an optional layer is to be terminated by just two nodes included similarly in the layer.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-251301

(P2001-251301A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(51) Int.Cl. 識別記号
H 0 4 L 12/24
12/26
G 0 6 F 13/00 3 5 3

F I
G 06 F 13/00 353 B
H 04 L 11/08

テーマコート（参考）

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L (全 22 頁)

(21)出願番号 特願2000-314502(P2000-314502)
(22)出願日 平成12年10月13日(2000.10.13)
(31)優先権主張番号 09/511.579
(32)優先日 平成12年2月23日(2000.2.23)
(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 500478488
オリリオン コーポレイション
Orillion Corporation
アメリカ合衆国 テキサス 77024, ヒ
ューストン, スイート 110, ポート
ウエスト 6925
(72)発明者 テリー ピー. リンドセー
アメリカ合衆国 テキサス 77380, ザ
ウッドランズ, スターバイオレット
17
(74)代理人 100078282
弁理士 山本 秀策

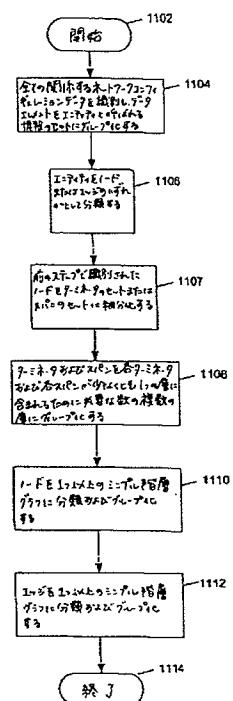
最終頁に統ぐ

(54) 【発明の名称】 ネットワークデータをモデル化する装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 ユーザがネットワークコンフィギュレーションについての情報を便利な様態でロードおよび検索することを可能にするための、複合ネットワークのコンフィギュレーションをモデル化するための方法および装置が提供する。

【解決手段】 複合ネットワークをモデル化する方法であって、該ネットワークを備えるエンティティを識別するステップと、1つ以上のエンティティをノードまたはエッジのいずれかとして分類するステップと、該ノードまたは該エッジを有する1組の層を定義付けるステップであって、該層が少なくとも1つのノードを有し、任意の該ノードまたは該エッジが1つの層のみのメンバであり得、任意の該層内に包含される該エッジが、同様に該層内に包含される丁度2つのノードで終端しなければならないステップとを包含する、方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複合ネットワークをモデル化する方法であって、該ネットワークを備えるエンティティを識別するステップと、

1つ以上のエンティティをノードまたはエッジのいずれかとして分類するステップと、

該ノードまたは該エッジを有する1組の層を定義付けるステップであって、該層が少なくとも1つのノードを有し、任意の該ノードまたは該エッジが1つの層のみのメンバであり得、任意の該層内に含まれる該エッジが、同様に該層内に含まれる丁度2つのノードで終端しなければならないステップと、を包含する、方法。

【請求項2】 前記層のうちの第1の層の中の1つ以上のエンティティと1つ以上の遠位層の中の1つ以上のエンティティとの間の1つ以上の関係を分類するステップを、さらに包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 1つ以上の層の組を層順に定義付けるステップであって、該層順が近位端および遠位端を備えた階層を有するステップを、さらに包含する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 第1の層内の近位ノードが、1つ以上の遠位層内に包含される1つ以上の遠位ノードとのみ遠位関係を有し得、該遠位層が該第1の層より前記遠位端により近い、請求項3に記載の方法。

【請求項5】 前記遠位ノードが、1つの近位ノードのみと近位関係を有し得る、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 ネットワークコンフィギュレーションをモデル化するコンピュータシステムであって、プロセッサおよびメモリを有するコンピュータシステムであつて、

ユーザが1つ以上のノードおよび1つ以上のエッジを有する1組の層を定義付けることを可能にするように構成および配置された入力媒体であって、該層が少なくとも1つのノードを有し、任意の該ノードまたは該エッジが1つの層のみのメンバであり得、任意の該層内に含まれる該エッジが、同様に該層内に含まれる丁度2つのノードで終端しなければならない入力媒体と、該ノードおよび該エッジの属性を包含するように構成および配置されたデータベースと、を備える、コンピュータシステム。

【請求項7】 前記データベースがリレーションナルデータベースである、請求項6に記載のコンピュータシステム。

【請求項8】 前記データベースがオブジェクトデータベースである、請求項6に記載のコンピュータシステム。

【請求項9】 前記データベースがオブジェクトリレーションナルデータベースである、請求項6に記載のコンピュータシステム。

【請求項10】 前記ネットワークコンフィギュレーションをユーザに表示するように構成および配置された出力媒体を、さらに備える、請求項6に記載のコンピュータシステム。

【請求項11】 ユーザが前記データベースに対し前記ネットワークコンフィギュレーションについてクエリを入力することを可能にするように、前記入力媒体がさらに構成および配置される、請求項6に記載のコンピュータシステム。

10 【請求項12】 コンピュータによって実行された時に、請求項1～5のいずれかに記載の方法を行うように命令をコード化したコンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項13】 請求項1～5のいずれかに記載の方法で行うようにプログラミングされたコンピュータ。

【請求項14】 プロセッサと、該プロセッサに接続された格納媒体と、を備えるコンピュータシステムであつて、任意のまたは全ての、請求項1に記載の方法による完全な複合ネットワークコンフィギュレーション情報を備えるネットワークエンティティを、ユーザがモデル化することを可能にするように構成および配置される、コンピュータシステム。

20 【請求項15】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを識別させる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

【請求項16】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを分類させる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

30 【請求項17】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティをロードさせる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

【請求項18】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを格納させる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

【請求項19】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティをクエリさせる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

40 【請求項20】 前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを表示させる能力を含む、請求項14に記載のコンピュータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、広義には、ネットワークに関する。より具体的には、本発明は、ネットワークの物理的および論理的なコンフィギュレーションをモデル化する装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ネットワークの定義は、複数の相互联続されたエレメントで構成されるシステムである。

50 【0003】 遠距離通信ネットワークは、リレーショナ

ルデータベースおよびオブジェクトデータベースで記述することができる。Anthony RalstonおよびEdwin D. Reillyの「Encyclopedia of Computer Science」第3版(Van Nostrand Reinhold, New York, 1993)、1161～1165頁において、リレーションナルデータベース技術に関する短い説明がなされている。便宜を図るために、この文献の一部の内容をここに言い換えて記載する。リレーションナルデータベースは、E. F. Coddの1970年の文献「A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks」(Comm. ACM, 第13巻、6、377～387頁参照)において、E. F. Coddによって提案された「データのリレーションナルモデル (relational model of data)」に従って構築および操作されるデータベースである。このCoddモデルは、広く受け入れられ、これを契機に、データベースの理論および実践の様々な面を網羅する多くの研究が行われた。

【0004】第1に、このリレーションナルモデルは、データベースの定義、データベース内におけるデータの格納および更新、ならびに、データベースに対する任意の複雑さ (complexity) のクエリの発行を行うための単純かつ直感的な方法を提供するものである。より重要なことは、このリレーションナルモデルが、セキュリティ、認証、データベース保全性 (database integrity)、トランザクション管理、復元性 (recoverability)、およびデータの配信 (distribution) といった、データベース管理システムが通常対応しなければならない他の全ての事項に関する強固で、堅実で、一貫性のある基礎をもたらすということである。

【0005】リレーションナルモデルは、述語計算および集合論理という数学的規範の上に構築されたものである。リレーションナルデータベース内の全データは、1組の2次元配列または1組の「テーブル」としてまとめられている。数学用語の「関係」は、述語論理の研究において出てきた用語であるが、最も一般的には、正確に2つの変数で表される述語に関連して用いられている。例えば、E. J. Lemmonの「Beginning Logic」(London: Nelson, 1965)を参照。リレーションナルモデルにおいては、n個 (nは、任意の非負数) の変数で表される述語はn元関係とみなされる。例えば、3元関係とは、「誰が何処で何をした (where did who do what)」のようなものである。

【0006】リレーションナルテーブルの一例として、一般的な銀行小切手データテーブルがある。銀行小切手データテーブルの場合、述語の動詞（「小切手記入済

み」）が「関係名」であり、この関係のリレーションナルスキーマにおいて定義される変数（「支払人」、「受取人」、「金額」および「日付」）が「属性名」である。通常、対象とする各属性について1組の許容値がある。これは、そのデータベースのもととなるドメインの一部である。

【0007】あるn個の変数で表される述語の具体的な表記は、1つのnタブルによって表される。リレーションナルデータベースの用語として、上記以外にも一般的に用いられている用語がある。即ち、「関係」を意味する「テーブル」、「リレーションナルスキーマ」を意味する「ヘディング」、「属性 (名)」を意味する「カラム (名)」、(n)タブルを意味する「ロウ」、および、その関係を「有する」1組のタブルを意味する「ボディ (またはエクステンション)」がある。

【0008】リレーションナルデータベースの設計において重要な原則が4つある。第1に、ロウおよびカラムの各交点には、1つの値しかない。これは、リレーションナルモデルにおいて基本となる「第1の正規形」の原則である。第2に、ロウを書く順序は重要ではない。換言すれば、伝達される情報、即ち、述語および属性によって構成される命題は、ロウの順序に関わらず同じである。第3に、カラムを書く順序も重要ではない。唯一重要なことは、ロウの各値について、その値がどのカラムに関する値なのかを知っていることである。これは、通常、その値を、カラムの名前 (ヘディング) の下に書くことによって行われる。最後に、リレーションナルモデルでは2重ロウは禁止されているので、同じロウを2回以上書くことは冗長である。

【0009】「リレーションナルデータベース」は、複数の関係のコレクションである。「リレーションナルデータベーススキーマ」は、複数のドメイン定義のコレクションを伴う複数の関係スキーマのコレクションであり、場合によっては、保全性ルール (integrity rules)、アクセス許可等が追加される。リレーションナルデータベース管理システム (DBMS) は、少なくとも、ドメインおよび関係スキーマの定義、タブルの挿入、更新および削除、ならびに、そのデータベースの「基本関係 (base relations)」から派生され得る新たな関係を定義するための「リレーションナルクエリ言語」をサポートしていかなければならない。リレーションナルクエリ言語の一例は、「構造化参照言語」である。構造化参照言語は、その省略形のSQLとしてより広く知られている。Jeffrey D. Ullmanの「Principles of Database Systems」第2版、Computer Science Press (Potomac, Maryland, 1982)、およびC. J. Dateの「An Introduction to Data Base Systems: Volume I」第5

版「Part III: The Relational Model」(Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1989)も参照されたい。

【0010】University of Leeds のNikos Drakosによれば、オブジェクト指向データベースシステムは、データベース管理システム(DBMS)であること、および、オブジェクト指向システムであることという2つの基準を満たさなければならない。即ち、可能な限り、C++やJava言語のような現行のオブジェクト指向プログラム言語との一貫性がなければならない。上記1番目の基準は、持続性(persistence)、2次記憶装置管理(secondary storage management)、同時性(concurrency)、復元性(recovery)、および特定問題照会性(ad hoc query facility)という5つの特徴に置き換えることができる。上記2番目の基準は、複雑オブジェクト(complex objects)、オブジェクトID(object identity)、カプセル化(encapsulation)、タイプまたはクラス(types or classes)、継承(inheritance)、遅延結合(late binding)。

```

class Item {
    Private:
        PtString
        Float
        PtDate
        Boolean_literal
    Public:
        Virtual float ServiceTime();
        Virtual logical Available();
    };

```

コードおよびデータをひとまとめにすれば、それらの関係を明瞭にできる反面、内部データが、ユーザおよび(プライベート宣言部に記載の)他のクラスからは隠されている。purchase_priceのようなデータは、そのItemクラスに属する関数内を除いて直接アクセスされることはない。しかし、クラス宣言部のパブリック部分は、in_service_dateを使用する関数を含んでいる。パブリック関数は、あらゆる関数またはクラスからアクセス可能である。

【0014】継承は、他のクラスにおいて宣言されたコードおよびデータを用いて新たなクラスを構築することを可能にする有用なメカニズムである。これにより、1組のクラスの共通特徴(common feature

*nding)と組み合わされたオーバーライディング(overriding)、拡張性(extensibility)、および、計算完全性(computational completeness)という8個の特徴に置き換えることができる。

【0011】オブジェクト指向モデルは、複数のオブジェクトに基づくものである。オブジェクトは、関連するコードおよびデータを組み合わせる構造体(structures)である。オブジェクトの記述は、そのクラス宣言部に含まれる。オブジェクトの基本プロパティは、カプセル化、継承および多型性(polymorphism)と呼ばれている。これらの点について「送り状」を例にとって説明する。

【0012】カプセル化とは、コードおよびデータをひとまとめにしてオブジェクトとすることであり、それらのオブジェクトのインプリメンテーション(implementation)が、プログラムの残りの部分からは隠されていることを意味する。例えば、あるアイテム(Item)のクラス宣言部は以下のようなものである。

【0013】

【数1】

```

name;
purchase_price;
in_service_date;
available;

```

s)を基本クラス(base class)で表すことができる。

【0015】「Switch」と呼ばれる新たなクラスを追加する場合を考える。この場合でも、「Item」について定義されているコードおよびデータは全てやはり関係があるが、大きさに関する情報(sizing information)を追加する必要がある。これは、「Switch」が、ある数のポートを有する「Item」であるとすることによって行うことができる。C++の場合、例えば、以下のようになる。

【0016】

【数2】

```

7
class Switch : public Item {
    int      number_ports;
    int      ports_in_use;
    PtString connector_type;

public:
    virtual int OpenPorts(); // number_ports - ports_in_use
};

```

Switchが「Item」であるとしたので、Switchは、「Item」について定義されている全てのコードおよびデータを有する。

【0017】ここで、様々なアイテムが存在し、各アイテムの利用可能性(availability)を計算するルールが異なるとする。例えば、遠距離通信機器は、ある期間だけ利用可能となり得るのに対して、単純なケーブルは、利用可能か、そうでないかのいずれかで*

```

class Item {
private:
    PtString      name;
    Float        purchase_price;
    PtDate       in_service_date;
    Boolean_literal available;

public:
    virtual float      ServiceTime();
    virtual boolean_literal Available();
};

class Switch : public Item {
    int      number_ports;
    int      ports_in_use;
    PtString connector_type;
public:
    virtual int OpenPorts(); // number_ports - ports_in_use
    virtual boolean_literal Available(); // date in window?
};

class Cable : public Item {
    PtString connector_type;
public:
    virtual boolean_literal Available(); {TRUE|FALSE}
};

```

あるアイテムのある時点での利用可能性を計算する関数を用いれば、そのアイテムの利用可能性の計算方法を知らないでも、各アイテムについての利用可能性を調べることができる。このコードは、(後に追加される新たなクラスを含めて) あらゆる「Item」クラスについて有効である。

【0019】オブジェクト指向システムにおける全てのオブジェクトは、自身のIDを有する。IDは、そのオブジェクトが格納する値に依存しない。例えば、C++の場合、オブジェクトのアドレスをそのオブジェクトのIDとして用いている。これにより、ポインタ参照によってオブジェクト間の関係を確立することが可能になる。オブジェクト間の関係は、概ね、ポインタを用いて確立される。コンテナクラス(Container classes)を作成することによって、多数対一の関係を表現することができる。例えば、ある送り状が、日

*ある。「Available()」と呼ばれる関数を全てのアイテムに持たせたい場合において、Available()関数を、1つではなく、クラスに応じて複数持たせたいとする。C++の場合、これは、仮想関数によって行われる。極々簡単な例として以下の例を挙げる。

【0018】

【数3】

付、顧客および1組のアイテムを有する場合、それを以下のように宣言することができる。

【0020】

【数4】

```

40   class Invoice {
        PtDate      date;
        Customer*   customer;
        set<Item*> items;
    };

```

当該分野において公知のオブジェクトデータベース以外にも、オブジェクト指向インターフェースをリレーションデータベースバックエンドと組み合わせたオブジェクトリレーションナルデータベースがある。リレーションナルデータベースシステムは、1980年代に、データベース管理システムの分野に革命を起こした。オブジェクト指向プログラム言語は、1990年代に、ソフトウェ

ア開発の分野に革命を起こしている。これらのシステムは、互いに相補的な強みを持っているようである。リレーションナルデータベースシステムは、大量のデータを管理するのに強く、オブジェクト指向プログラム言語は、オブジェクト間の複雑な関係を表現するのに強い。リレーションナルデータベースシステムは、データ検索に強いが、データの操作に関してはほとんどサポートしていない。一方、オブジェクト指向プログラム言語は、データの操作に関しては優れているが、データの持続性および検索に関してはほとんどあるいは全くサポートしていない。多くの人が、これら両者を組み合わせて、複雑な関係を用いて大量のデータを管理できるようにしようとしている。

【0021】残念なことに、リレーションナルモデルとオブジェクトモデルは根本的に異なるものであり、この両者を統合することは容易なことではない。リレーションナルデータベースシステムは、各アイテムを1本のロウとして表した複数の2次元テーブルに基づいていている。データ間の関係は、これらのテーブルに格納された値を比較することによって表現される。SQLのような言語を用いれば、複数のテーブルをオンザーフライ (on the fly) 式に組み合わせて、データ間の関係を表現することができる。オブジェクトモデルは、コードおよびデータの密接な統合、柔軟なデータ型、データ型間の階層関係、および参照 (references) に基づいている。これらの基本的な構造をリレーションナルデータベースシステムの2次元テーブルで表現することは簡単なことではなく、しかも、これは第1のステップに過ぎないのである。両システム間のインターフェースは、データ操作およびデータ検索を正しく処理しなければならない。

【0022】オブジェクト指向プログラム言語とリレーションナルデータベース間の意味論的な相違から、オブジェクトモデルを直接的にサポートするオブジェクト指向データベースシステムの開発が行われるようになった。オブジェクト指向プログラムにおいては、通常、オブジェクト指向データベースシステムの方がずっと使い易い。

【0023】遠距離通信ネットワークを定義する際には、トラフィックの概念を考えなければならない。トラフィックは、ネットワークを通した情報またはメッセージの流れのことである。よって、1つの遠距離通信ネットワークの定義は、トラフィックが流れるための、設備 (facilities) (即ち、物理的な接続) によってリンクした相互接続された複数のエレメントで構成されるシステムである。トラフィックは、会話、情報、または複雑なビデオまたはオーディオサービスであり得る。さらに、遠距離通信ネットワークは、これらの相互接続されたエレメントを制御することができなければならない。

【0024】従来技術においては、直接接続ネットワーク (direct connect network) および中央集中ネットワーク (centralized network) という2つの異なる種類のネットワークが見られる。

【0025】直接接続ネットワークの場合、各ネットワークコンポーネントが、他の全てのネットワークコンポーネントに直接接続されている。このような構成の結果、混雑した、高コストなコンフィギュレーションとなる。直接接続の場合の接続数は以下の式で表される。

【0026】 $C = U (U - 1) / 2$ 但し、U=ユーザ数、C=接続数である。

【0027】直接接続ネットワークの利点は、秘匿性である (接続がポイントツーポイントであり、カスタマがその「呼」を完全に制御できる)。直接接続ネットワークの主要な欠点は、高いコストと複雑さである。つまり、電話機という発明と、電話機を介した通信が与えられたことによって、新たな課題 (即ち、各電話機を直接有線接続することなく、異なる場所にある電話機間の接続を可能にするという課題) が生じたのである。この課題は、遠距離通信用鉄道網 (Railroad Network) の発明を促した。

【0028】現在の形の電話網があるのは、Theodore Vail のおかげである。Vail のおかげで、古い鉄道が、新しい電話網 (中央集中型電話網) の開発のモデルとして用いられるようになった。

【0029】レールロードネットワークの基本的なコンポーネントには、ハブ (スイッチ)、トランク、ローカル、および配信 (distribution) が含まれる。

【0030】中央集中型電話網は、一見、鉄道網の構成に非常に似ている。様々なネットワークコンポーネントが、スイッチングおよびルーティング機能を行う中央集中点 (中央局のスイッチ等) に接続されている。中央集中型ネットワーク構造の主要な機能は、制御および相互接続 (即ち、スイッチング) である。

【0031】中央集中型システムは、その大きさに関して事実上制限がない。中央集中型システムの主要な利点は、スイッチングセンターを通して複数のカスタマを相互接続することにより、世界規模の通信を行えることである。中央集中型ネットワークの場合にさらに考慮すべき点として、カスタマによる呼の制御が若干失われる点、このスイッチがルーティングおよび接続を制御する点 (即ち、過剰な混雑があった場合、呼がブロックされ得る点)、(多数の防護対策があるものの) 秘匿性が失われる可能性がある点、中央集中型スイッチングシステムの位置、およびその容量がある。

【0032】遠距離通信ネットワークは、1つ以上の送信設備、ローカルループ、I OF (局間設備 (Inte 50 r Office Facilities))、スイッチ

シングシステム、およびカスタマ機器 (CPE; Customer Premise Equipment) で構成される。

【0033】最も簡略化された形態において、送信設備は、2つのエンドポイント間の通信パスである。この通信パスは、チャネル、回路、またはトランクとも呼ばれる。テレフォニー用途の場合、(ネットワーク設備としても知られる) 通信パスは、ローカルループ、および、局間設備 (IOP) / トランクという2つの大まかなカテゴリに分類できる。

【0034】ローカルループは、カスタマを電話網に接続する回路である。ローカルループはまた、スイッチングシステムへのアクセスをカスタマに提供する。「ループ」という用語は、カスタマと中央局の間の電気的パスを形成する1対の配線からとったものである。ローカルループは、加入者ループとも呼ばれる。典型的には、CPEは、特定の地点 (例えば、ターミナルまたはポート) において交差接続された引込線、配線ケーブルおよびフィーダーケーブルを用いて中央局に接続される。

【0035】サービスエリアインターフェース (SAI) は、Bボックス (交差接続ボックス) としても知られている。SAIは、スイッチングシステム同士を接続するトランクで構成される局間設備 (IOP) を含む。IOPは、1つのパスを介して1送信を行うのではなく、1つのパスを介して複数の送信を行うことができる。さらに、IOPは、各エンドおよび設備 (即ち、ケーブル) 自身において必要な機器を有する。以前は、使用設備といえば、銅ケーブルであったが、今日では、この設備として、同軸ケーブル、無線リンク (マイクロ波)、および/または光ファイバも使用され得る。

【0036】スイッチングシステムの主要な機能は、呼のセットアップおよびルーティングを行い、呼の監視を行い、カスタマIDおよび電話番号を提供することである。これらの機能は、各設備を相互接続することによって実現される。ダイヤルトーンおよび呼出信号を提供するために使用される中央局 (CO; Central Office) にあるスイッチングシステムは、端局 (end office) またはローカルスイッチと呼ばれる。これらのスイッチが、他のスイッチによってさらに相互接続されてもよい。別の種類のスイッチであるタンドムは、スイッチ間を接続し、ルーティングを行うハブとして使用される (カスタマにダイヤルトーンは与えられない)。

【0037】どんな送信システムであっても、送信機、受信機および通信パスという3つのコンポーネントがある。最も簡略化された形態においては、CPE (カスタマ機器) が、送受信機となる。CPEに接続される媒体 (より対銅線、同軸ケーブル、光ファイバ、ラジオ波) が、パスである。

【0038】

【発明が解決しようとする課題】多くの複合ネットワーク、特に、ほとんどの遠距離通信ネットワークは、入れ子状に構成された多数のネットワーク層で構成されている。このようなネットワーク内には、そのネットワークを記述する多数のレベルのコンフィギュレーション情報が存在する。そのネットワークのコンフィギュレーション、ならびに、各ネットワークコンポーネントの他のネットワークコンポーネントに対する従属関係を理解するためには、この情報をトラッキングおよび管理する必要がある。

10 複雑な遠距離通信ネットワークにおいてこのようなコンフィギュレーション情報のトラッキングを行うことは煩雑になる。なぜなら、例えば、このようなネットワークのほとんどは、相互接続された、互いに従属関係を有する多数の異なる種類の機器で構成されており、また、ある特定種類の機器の中でも、多数の異なる製造業者が供給する機器が存在し得る。さらに、ある遠距離通信ネットワークサービスプロバイダが提供する任意の1つのサービスは、物理的かつ論理的に、多数の異なる種類の機器および機器コンフィギュレーションを伴い得るので、トラッキングは煩雑である。

【0039】従来技術において、データベースは、ネットワークシステムのコンポーネントおよびコンフィギュレーションをトラッキングするために、ネットワーク主体の企業、特に、通信業者によって使用されてきた。これらのデータベースは、ある特定種類のネットワーク内における既知のコンフィギュレーション情報をトラッキングするように構成されている。しかし、そのようなデータベースでは、データ構造に導入される新しい技術をサポートできない。例えば、複数の個人回線回路をまとめ、それらをトラッキングするデータベースでは、フレームリレーまたはIP技術に関する情報をサポートしたり、まとめたりすることはできない。別の例としては、

30 デジタル交差接続スイッチのネットワークの物理的および論理的コネクティビティ (connectivity) をトラッキングできるデータベースは、そのマシン間トランク回路を担持するSONETネットワークのために必要な構造に容易には対応できない。従って、現存のモデル化技術では、新しいデータベースまたは現存のデータベースに対する複雑な拡張が、新しい通信技術または用途特定情報をサポートしていかなければならない。この結果、複数の追加テーブルが付いた一連の分離したデータベースが存在することになる。これらのデータベースを、1人の人間が操作したり、管理したり、または理解したりすることは不可能である。結果的に、ネットワークコンフィギュレーション情報や、複数のネットワークコンポーネント間の従属関係をトラッキングするために、多くの人とリソースで構成されるチームが必要になる。

【0040】従って、1人の人間でも、複合ネットワークのコンポーネントの全てを特定し、さらに、そのネッ

トワーク内における従属関係を特定することができるようなネットワークコンフィギュレーショントラッキングシステムが該分野において求められている。

【0041】

【課題を解決するための手段】上記およびその他の点に鑑みて、本発明は、ネットワークをモデル化する方法および装置を提供することを目的とする。本方法は、複数のステップを包含している。

【0042】ある実施形態において、最初に行われるステップの1つは、そのネットワークを構成するエンティティに関する情報を提供するステップである。その後、それらのエンティティのうちの1つ以上のエンティティを、ノードまたはエッジとして識別する。

【0043】そして、これらのエッジおよびノードを用いて、各層が少なくとも1つのノードで構成されていることを条件として、1組の層を定義する。これらのノードおよびエッジは、単一の層のメンバであり得る。即ち、ある1層の中に含まれるエッジは、その層の中に含まれる1つ以上のノードで終端していなければならぬ。

【0044】ある実施形態において、本方法は、1つの層のエンティティと別の層のエンティティとの間における1つ以上の関係を分類するステップをさらに包含する。

【0045】本発明のまた別の実施形態において、これらの層は、ある順序（即ち、「層順」）でまとめられている。各層順は、近位端および遠位端を持つ階層構造によって定義される。遠位端は、近位端よりも下流方向にある。

【0046】ある実施形態において、第1の層は近位ノードを含んでいる。この近位ノードは、この第1の層に対して遠位側にある1つ以上の層の中に含まれている1つ以上の遠位ノードに対してのみ、遠位関係を持つことができる。

【0047】ある実施形態において、各遠位ノードは、1つの近位ノードに対して唯一の関係を有し得る。

【0048】本発明はまた、ネットワークコンフィギュレーションをモデル化するコンピュータシステムに関する。本コンピュータシステムは、プロセッサ、メモリおよび入力媒体を備えている。この入力媒体は、ユーザが、1つ以上のノードおよび1つ以上のエッジを用いて1組の層を定義することを可能にするように構成および配置されている。各層は、少なくとも1つのノードを有するものとして定義される。これらのノードまたはエッジは、それぞれ、1層だけに属するメンバであってもよい。即ち、ある層の中に含まれるエッジは、同じ層の中に含まれる1つ以上のノードにおいて終端していなければならない。このコンピュータシステムは、データベースをさらに含む。このデータベースは、エッジおよびノードの属性を含むように構成および配置されている。

【0049】このデータベースは、リレーションナルデータベース、オブジェクトデータベースまたはオブジェクトリレーションナルデータベースであり得る。

【0050】ある実施形態において、本コンピュータシステムは、出力媒体をさらに含む。この出力媒体は、ユーザに対してネットワークコンフィギュレーションを表示するように構成および配置されている。

【0051】ある実施形態において、入力媒体はさらに、ユーザがネットワークコンフィギュレーションにつれて前記データベースにクエリを入力することを可能にするように構成および配置されている。

【0052】ある実施形態において、本コンピュータシステムは、ユーザが、完全な1組の複合ネットワークコンフィギュレーション情報を含むネットワークエンティティのうちの任意のエンティティまたはその全てをモデル化することを可能にするように構成および配置されている。モデル化を可能にすることには、ネットワークエンティティを識別、分類、ロード、格納、照会または表示することが含まれる。

【0053】本発明による複合ネットワークをモデル化する方法は、該ネットワークを備えるエンティティを識別するステップと、1つ以上のエンティティをノードまたはエッジのいずれかとして分類するステップと、該ノードまたは該エッジを有する1組の層を定義付けるステップであって、該層が少なくとも1つのノードを有し、任意の該ノードまたは該エッジが1つの層のみのメンバであり得、任意の該層内に包含される該エッジが、同様に該層内に包含される丁度2つのノードで終端しなければならないステップとを包含し、それにより上記目的を達成する。

【0054】前記層のうちの第1の層の中の1つ以上のエンティティと1つ以上の遠位層の中の1つ以上のエンティティとの間の1つ以上の関係を分類するステップを、さらに包含してもよい。

【0055】1つ以上の層の組を層順に定義付けるステップであって、該層順が近位端および遠位端を備えた階層を有するステップをさらに包含してもよい。

【0056】第1の層内の近位ノードが、1つ以上の遠位層内に包含される1つ以上の遠位ノードとのみ遠位関係を有し得、該遠位層が該第1の層より前記遠位端により近くてもよい。

【0057】前記遠位ノードが、1つの近位ノードのみと近位関係を有してもよい。

【0058】本発明によるネットワークコンフィギュレーションをモデル化するコンピュータシステムは、プロセッサおよびメモリを有するコンピュータシステムであって、ユーザが1つ以上のノードおよび1つ以上のエッジを有する1組の層を定義付けることを可能にするように構成および配置された入力媒体であって、該層が少なくとも1つのノードを有し、任意の該ノードまたは該工

50

ッジが1つの層のみのメンバであり得、任意の該層内に包含される該エッジが、同様に該層内に包含される丁度2つのノードで終端しなければならない入力媒体と、該ノードおよび該エッジの属性を包含するように構成および配置されたデータベースとを備え、それにより上記目的を達成する。

【0059】前記データベースがリレーションナルデータベースであってもよい。

【0060】前記データベースがオブジェクトデータベースであってもよい。

【0061】前記データベースがオブジェクトリレーションナルデータベースであってもよい。

【0062】前記ネットワークコンフィギュレーションをユーザに表示するように構成および配置された出力媒体をさらに備えてもよい。

【0063】ユーザが前記データベースに対し前記ネットワークコンフィギュレーションについてクエリを入力することを可能にするように、前記入力媒体がさらに構成および配置されてもよい。

【0064】コンピュータによって実行された時に上記方法を行うように命令をコード化したコンピュータ読み出し可能媒体。

【0065】上記方法で行うようにプログラミングされたコンピュータ。

【0066】本発明によるコンピュータシステムは、プロセッサと、該プロセッサに接続された格納媒体と、を備えるコンピュータシステムであって、任意のまたは全ての、請求項1に記載の方法による完全な複合ネットワークコンフィギュレーション情報を備えるネットワークエンティティを、ユーザがモデル化することを可能にするように構成および配置され、それにより上記目的が達成される。

【0067】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを識別させる能力を含んでよい。

【0068】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを分類させる能力を含んでよい。

【0069】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティをロードさせる能力を含んでよい。

【0070】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを格納させる能力を含んでよい。

【0071】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティをクエリさせる能力を含んでよい。

【0072】前記モデル化する能力が、前記ユーザに前記ネットワークエンティティを表示させる能力を含んでよい。

【0073】

【発明の実施の形態】添付の図面は、本願の一部をなすものであり、本発明の特定の局面を示すために含まれている。特定の実施形態に関する本明細書中の詳細な説明と組み合わせてこれらの図面を参照することによって本発明がよりよく理解される。

【0074】本発明の様々な改変形態および代替形態が可能であり、その特定の実施形態を本発明の一例として添付の図面に示すとともに明細書中に詳細に記載したが、この特定の実施形態についての説明は、開示されている特定の形態に本発明を限定するものではなく、むしろ、本発明の改変例、均等物、代替例は全て、添付の請求の範囲で規定される本発明の趣旨および範囲に入るものである。

【0075】本発明の例示的な実施形態を以下に説明する。明瞭化のために、実際の実現例の特徴全ては本明細書中で説明されない。当然、このような実際の実施形態のいずれの発展においても、実現例ごとに異なる、システム関連およびビジネス関連の制限に対する対応のような開発者に特有のゴールを達成するために、実現に多くの多くの決定がなされなければならないことが理解される。さらに、このような開発のための努力が、複雑で時間のかかるものだとしても、当業者にとって、この開示内容の利点から、ルーチンワークであることが理解される。

【0076】本発明は、概してネットワーク、特に遠距離通信ネットワークにおいて、見いだされるようなネットワークシステムを記述するネットワークコンフィギュレーションデータをモデル化するための方法および装置を提供する。本発明は、また、複合ネットワークを1組のノードおよびエッジに構築するエンティティを識別、および分類するためのパラダイムを提供する。これらのノードおよびエッジは、その後、ユーザ（人）に表示され得るコネクティビティおよび階層グラフに配置されて、ネットワークの構造および特性を示す。本発明は、ネットワークコンフィギュレーションデータを関連するコンポーネントのデータベースに格納し、その後、個々のコンポーネントの間の関係（関連付け）をデータベースを通じて確立することによって、ネットワークシステムをモデル化する。この開示を通じて用いられる以下の用語は、以下の意味を有するように認識されるべきである。

【0077】（定義）

属性：属性は、エンティティを記述する、または部分的に記述するパラメータである。全ての属性は、関連付けられた属性名または識別子を有する。

【0078】ケーブル：ケーブルは、（i）2つ以上の物理的なポートの間の電磁気（光学的を含む）信号を通す導伝性経路を提供するか、または（ii）接続されたグラフを形成する、1組の2つ以上の関連するケーブル

である、スパンの1種である。ケーブルは、1つ以上の回路を包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。ケーブルの例には、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、金属ケーブル等が含まれるが、これらに限定はされない。無線信号によって横切られる導伝性経路も、ケーブルの一形態であり得る。

【0079】回路：回路は、(i) 2つ以上の論理ポートの間に情報パスウェイまたは信号パスウェイを提供するか、または(ii) 接続されたグラフを形成する、1組の1つ以上の関連する回路であるかのいずれかである、スパンの1種である。回路は、1つ以上の他の回路を包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。回路の例には、等時性データ回路、フレームリレー、バーチャル回路、ATMバーチャル回路、搬送波回路、中継回路、カスタマ回路、分岐回路、放送回路等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0080】複合ネットワーク：複合ネットワークは、ネットワークを記述または表すために2つ以上の関連するシンプルグラフによって記述および/または表されるネットワークである。

【0081】コンジット：コンジットは、(i) 2つ以上の位置の間のケーブルによってトラバースされるルートを記述または制限するか、(ii) 接続されたグラフを形成する、1組の1つ以上の関連するコンジットであるかのいずれかである、スパンの1種である。コンジットは、1つ以上の他のコンジットを包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。コンジットは、1つ以上のケーブルを包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。コンジットの例には、ワイヤラップの束、アルミニウムコンジット、ケーブルトレイ等が含まれるが、これらに限定はされない。コンジットの他の例は、導体が、各組が異なるケーブルに関連付けられた2組以上の導体に分かれる複数の導体ケーブルである。コンジットの他の例は、埋設ケーブルの通行権、またはケーブルのルートを表す任意の手段である。

【0082】コネクティビティ：コネクティビティは、エッジのプロパティを受け継ぎ、2つのノードが物理的または論理的に互いに接続したことを探し示す2つのノードの間のピア関係の種類を記述するクラスである。

【0083】コネクティビティグラフ：コネクティビティグラフは、各関係（即ち、エッジ）が同じコネクティビティのクラスであるグラフである。コネクティビティグラフ内のエッジの各例は、同じコネクティビティクラスから得られなければならない。

【0084】コネクティビティ関係：コネクティビティ関係は、その関係が物理的または論理的な接続を示す、ピア関係の1種である。

【0085】包含関係：包含関係は、エッジのプロパティを受け継ぎ、第1のノードAが第2のノードBをその中に含むことを探し示す2つのノードの間の階層関係の

種類を記述するクラスである。

【0086】接続されたグラフ：接続されたグラフは、グラフに属する全てのノードが、同じグラフに属するその他全てのノードに、1) 少なくとも1つのエッジ、または2) 2つ以上のグラフィカルに接続されたエッジを通じて関連するグラフの1種である。

【0087】エッジ：エッジは、同じグラフ上の2つのノードの間に引かれたグラフ上の線である。エッジは、エッジが終端する2つのノードの間にある、特定の（即ち、識別された）種類の関係を指示する。全てのエッジの各々が、関係クラスの1つの例を識別する。

【0088】エンティティ：エンティティは、属性の同じ組によって、他のエンティティが記述、または部分的に記述され得るか否かを、任意の他のエンティティの属性と、一意に識別可能な1組の属性である。エンティティの一意性は、少なくとも1つの属性の値の一意性によって、または属性の任意の特定の組み合わせの値の一意性によって完全に確立される。

【0089】グラフ：グラフは、1組のゼロ個以上のノードおよびエッジであり、その組の中の全てのエッジが丁度2つのノードをグラフィカルに接続しなければならず、2つのエッジが同じクラスであったり、同じ2つのノードで終端してはならない。同じグラフに全て属する、グラフィカルエレメントの任意の部分集合はまた、このような部分集合がグラフとしての要件を満たしていれば、グラフを形成する。ゼロ個のノード（従って、ゼロ個のエッジ）を有するグラフは、ヌルグラフと呼ばれる。1つ以上のノードを有する全てのグラフは、非ヌルグラフである。

【0090】グラフィカルエレメント：グラフィカルエレメントは、ノードまたはエッジのいずれかである。

【0091】グラフィカルコネクティビティ：2つのエッジは、同じノードで終端する場合、グラフィカルに接続されていると言われる。

【0092】階層または階層グラフ：階層または階層グラフは、全ての関係（即ち、エッジ）が同じ階層クラスであるグラフである。

【0093】階層関係：階層関係は、第1のノードAが第2のノードBに対して階層関係を有する場合、第2のノードBも第1のノードAに対して相互的且つ異なる関係を有さなければならない関係の1種である。階層関係は、近位（*postal*）または遠位という2つの方向を有するように記述され得る。第1のノードAが第2のノードBと遠位関係を有する場合、第2のノードBは、第1のノードAとの第1の遠位関係に対して相互的である近位関係を有することが許可される。ノードは、1つ以上の遠位ノードと遠位関係を有し得る。ノードは、相互的遠位関係を有する近位ノード1つのみと近位関係を有し得る。

【0094】層：層は、1つのコネクティビティグラフ

として定義付けられる。

【0095】位置：位置は、3次元空間内の位置に対応するターミネータの1種である。位置は、ある特定の種類の他の位置を包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。位置は、ある特定の種類のネットワークエレメントを包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。位置の例には、領域、都市、ビル、部屋、電話線電柱、ラック、棚、任意の地理座標等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0096】論理ポート：論理ポートは、所与の物理ポートを通過する電気または電磁的（光学的を含む）信号のコンフィギュレーション可能および／または認識可能な部分集合に対応するターミネータの1種である。論理ポートは、ある特定の種類の他の論理ポートを包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。論理ポートが他の論理ポートによって包含されていない場合、その論理ポートは、物理ポートによって包含されなければならない。論理ポートの例には、フレームリレーDLCIまたはATM VPI／VCIによって定義付けられた部分を含む、物理ポートと関連付けられた信号の認識可能、またはコンフィギュレーション可能な全ての部分、1組の周波数多重化信号からの1つの周波数、DSS-3信号の一部であるDSS-1信号等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0097】ネットワーク：ネットワークは、1組の1つ以上のターミネータおよびスパンにまとめられ、1つ以上の関連するシンプルグラフとして表され得る、任意の情報の組である。

【0098】ネットワークエレメント：ネットワークエレメントは、各ターミネータが電子、電気、または機械デバイス、あるいはネットワークのコンポーネントであるデバイスの識別可能な部分に対応するターミネータの1種である。ネットワークエレメントは、ある特定の種類の他のネットワークエレメントを包含し得るが、必ずしも包含する必要がある訳ではない。ネットワークエレメントの例には、電話交換台、マルチプレクサー、デジタル交差接続スイッチ、光ファイバ端末セット、パッチ盤、エアコン、電力源、バッテリー、ネットワークエレメントの任意の識別可能な物理的サブコンポーネント、プリント回路カード、物理ポート等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0099】ノード：ノードは、グラフ上で点として示されるグラフィカルなエレメントである。

【0100】グラフィカルパスウェイ：グラフィカルパスウェイは、1つ以上のエッジを含む接続グラフである。

【0101】ピア関係：ピア関係は、第1のノードAが第2のノードBに対してピア関係を有する場合、第2のノードBも第1のノードAに対して同一の関係を有さなければならない関係である。

【0102】物理ポート：物理ポートは、階層を通じて他のネットワークエレメントと関連し、ケーブルに接続され得るネットワークエレメントの1種である。物理ポートの例には、光学的コネクタ、同軸コネクタ、マルチピンコネクタ、無線またはマイクロ波アンテナ等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0103】関連グラフ：2つのシンプルグラフは、少なくとも1つのノードが両方のグラフのエレメントである場合、または両方のグラフが共通の第3のグラフに関連付けられている場合、こういう場合にのみ、関連付けられると言われる。1組の3つ以上のシンプルグラフは、その組の中の任意の第1のグラフがその組の中の他の全てのグラフに関連付けられる場合、こういう場合にのみ、相互関係があると定義付けられる。

【0104】関係：関係は、属性が2つのノードの間の関連付けを記述するエンティティである。エンティティがグラフ上のノードとして表される場合、関係はエッジとして表される。

【0105】リング：リングは、全て同じクラスの、一連の3つ以上のグラフィカルに接続されたエッジであり、第1のエッジと、最後のエッジとがグラフィカルに接続されているエッジである。

【0106】シンプルグラフ：シンプルグラフは、全てのエッジが同じクラスに属する接続されたグラフとして定義付けられる。

【0107】スパン：スパンは、ノードのプロパティを受け継ぐクラスである。スパンは、概して、ターミネータの間の（物理的または論理的）空間を埋めることに関連付けられる全てのエンティティを含むが、必ずしも含む必要がある訳ではない。

【0108】ターミネータ：ターミネータは、ノードのプロパティを受け継ぐクラスである。ターミネータの例には、位置、ポート、ネットワークエレメント等が含まれるが、これらに限定はされない。

【0109】本発明のこの開示の例は、本発明の範囲を限定することなしに、ネットワークコンフィギュレーションデータモデル化システム、ならびに物理的および論理的ネットワークコンフィギュレーションの両方（2つのハイブリッドな組み合わせを含む）のモデル化、特に遠距離通信ネットワークのモデル化のための方法と共に説明される。しかし、本発明は、遠距離通信ネットワークコンフィギュレーションのモデル化に限定されない。本発明は、任意の種類の複合ネットワークコンフィギュレーションのモデル化に対し適用可能である。

【0110】図12は、オブジェクトの階層に近いもので、定義の配置を示す。一番上には、最もベーシックな定義である、エンティティ1202がある。上記で定義付けられたように、エンティティは、任意の他のエンティティの属性と一意に識別可能な1組の属性に過ぎない。エンティティ1202の下で、定義は2つの広いカ

テゴリに分割される。ノード1204およびエッジ1206である。ノード1204は、概して、複合ネットワークを構築する物理的エレメントに付属する。エッジ1206は、概して、ネットワーク情報およびコンフィギュレーションを定義付け、このような定義をユーザに表示する目的で、ノードの間の関係に付属する。ノードオブジェクトは、ターミネータ1208またはスパン1210のいずれかとして示される。厳密には、ターミネータまたはスパンは、ネットワークごとに異なる。何かが1つのネットワークにおいてターミネータとして分類され得る場合、他のネットワークにおいてはスパンとして分類される方がより良く、逆の場合も同じである。エッジは、包含関係1212またはコネクティビティ1214のいずれかとして示される。図12に示すように、包含関係1212は、階層関係をモデル化するために用いられ、コネクティビティ1214は、ピア関係をモデル化するために用いられる。好適な実施形態において、包含関係エッジおよびコネクティビティエッジは、互いに排他的である。

【0111】ほとんどの遠距離通信ネットワークは、階層的、ポイントツーポイント、および接続の3種類の関係のうちの1種を有し得るエレメントからなる。ネットワークエレメントの階層的な組は、各サブシステムが他のサブコンポーネントを包含する、いくつかのサブシステムを包含するネットワークデバイスであり得る。ネットワークエレメントの階層的な組の例として、カードケージがある。カードケージは、プリント回路カードを包含する。そして、プリンタ回路カードは、物理ポートを含む。ポイントツーポイント接続の例として、1つのデバイス上の物理ポートを他のデバイス上の物理ポートに接続するケーブルがある。接続関係の例として、複数の位置、ネットワークエレメント等を接続する、より複雑な回路を形成するための多くのより短い回路の相互接続がある。このような関係を全てネットワークでトラッキングすることによって、ユーザ（人またはソフトウェアプログラム）は、装置の小さい一片（例えば、物理ポート）の失敗がネットワークのカスタマに及ぼす影響を決定し得る。現在では、シンプルネットワークコンフィギュレーション情報のモデル化は、多くのアプリケーションに特有のモデルの特別な構成によって達成されている。任意の複合ネットワークコンフィギュレーションが分解され得、そのコンポーネントが、コンポーネントタイプ、ネットワークサービス、またはアプリケーションに関わらず、共通のデータ構造にまとめられるようなモデルは、本発明まで、存在していなかった。

【0112】本発明の好適な実施形態の方法は、複合ネットワークを含む、ほとんどの（全てでない場合）現実のネットワークのコンフィギュレーションデータを記述およびモデル化するためにグラフ理論を利用する要望に基づく。このような努力の利点は、グラフ理論の分野に

おいて用いられるようにすでに開発されている、数学およびコンピュータアルゴリズムの大部分が、ある特定のネットワークアプリケーションから独立して利用され得ることである。本発明とは異なり、ほとんどの従来技術による汎用コンピュータシステムおよびアルゴリズムは、1つのシンプルグラフとして表され得る情報を利用するように設計されていた。

【0113】しかし、現実のネットワークは、典型的に、シンプルグラフとして表せないほど複雑である。代わりに、現実のネットワークは、典型的に、多くの異なるクラスに属する、多様で複雑な1組のノードおよびエッジとして表されなければならない。この多様性および複雑性によって、そのような情報を管理することに関連付けられた多くのタスクを処理し得るコンピュータシステムおよびアルゴリズムを設計することが非常に難しくなる。

【0114】本発明は、1組の「関連する」シンプルグラフに、任意のネットワークを低減するフレームワークおよびパラダイムを提供する。記載の本発明の方法は、20一連の連続的なステップによって達成され得るか、または区分上のまたは反復の基礎に採用され得る。

【0115】ネットワークコンフィギュレーションデータを、1組の相互関係のシンプルコネクティビティおよび階層グラフに低減することによって、任意の現実のネットワークがモデル化され得ることが、本発明の仮定である。本発明の方法を適用することによる利点は、一般的なコンピュータシステムおよびアルゴリズムが、そのようなネットワークコンフィギュレーションデータを管理することに関連付けられたタスクの多くを行うように利用され得ることである。

【0116】本発明の方法を、図11のフローチャートに示す。本発明の方法は、以下のタスクからなる。

【0117】第1に、全ての関係するネットワークコンフィギュレーションデータを識別（収集）し、データエレメントをエンティティと呼ばれる情報の組にグループ化する（ステップ1104）。各エンティティは、得られた1組のシンプルコネクティビティグラフにおいて、1つのシンプルコネクティビティグラフ上の少なくとも1つのノードまたは1つのエッジで識別される。

【0118】第2に、エンティティをノードまたはエッジのいずれかとして分類する（ステップ1106）。ノードは、概して、ネットワークのコンポーネントと関連付けられ得る全てのエンティティを含む。エッジは、概して、2つのネットワークコンポーネントの間の関係と関連付けられ得る全てのエンティティを含む。エッジは、グラフィカルノードを接続するグラフィカルラインとして表される。個々のエンティティは、ノードまたはエッジのいずれかとして分類されなければならない。

【0119】第3に、前のステップで識別されたノードを、1組のターミネータおよび1組のスパンに細分化す

る（ステップ1107）。

【0120】第4に、ターミネータおよびスパンを、各ターミネータおよび各スパンが少なくとも1つの層に含まれるために必要な数の複数の層にグループ化する（ステップ108）。各ターミネータおよび各スパンが1つの層のみに現れることが所望であるが、必要な訳ではない。

【0121】第5に、ノードを1つ以上の（通常多くの）シンプル階層グラフに分類し、グループ化する（ステップ1110）。任意の個々のノードが、関係の各クラスについての1つのシンプル階層グラフのみに関連付けられることが所望であるが、必要な訳ではない。

【0122】第6に、エッジを1つ以上の（通常多くの）シンプル階層グラフに分類し、グループ化する（ステップ1112）。任意の個々のエッジが、関係の各クラスについての1つのシンプル階層グラフのみに関連付けられることが所望であるが、必要な訳ではない。

【0123】全体のネットワークのコンフィギュレーションデータについてのタスクが完了する（ステップ1114）と同時に、得られる分類されたデータは、データリポジトリまたはデータベースのほとんど全ての形式に容易にマッピングされる。

【0124】本発明の方法を厳密に適用することによる1つの結果、そして利点は、ユーザが、層において／またはシンプル階層グラフ内に、いずれのエンティティも2度以上含むことが不可能であることである。エンティティを2度以上定義付けることは、データ収集のための努力において起こり得る不完全性の指標である。そのような完全性は、所望であるが、必要な訳ではない。

【0125】（方法の適用例）遠距離通信ネットワークコンフィギュレーションデータは、現在存在する最も複雑なデータ管理問題のうちの1つ、および本発明の方法を適用するのが最も効果的な分野のうちの1つを表す。

【0126】図1a～1gに、本発明の方法および装置のビルディングブロックを示す。図1aに、1つのノード12を示す。図1bに、1組のノード12を示す。図1cにエッジ14を示す。図1dに、2つのノード12の間の関係を確立するエッジ14を示す。図1eに、2組のノード12の間の関係を、それぞれ識別する2つのエッジ14を有するより複雑な関係を示す。図1fに、図1eに示すような1組のネットワークエンティティ16を示す。図1gに、本発明のシンプルグラフ18を示す。グラフ18は、コネクティビティグラフまたは階層（ツリー）グラフのいずれかを示し得る。

【0127】第1のエンティティから1つ以上の第2のエンティティへの方向は、近位端から遠位端へと移動する前方または下方の方向と呼ばれる。1つ以上の第2のエンティティから第1のエンティティへの方向は、遠位端から近位端へとを意味する、逆または上方方向と呼ばれる。さらに、階層関係内の各方向は、他の方向の論理

的な逆方向について、定義付けられなければならない。他の状態に定義付けられない限り、1つのエンティティは、同じ関係クラスの1つの逆階層関係のみを有し得る。前述の上方および下方方向は、本発明の実施形態の例示に過ぎない。本発明の他の実施形態において、近位および遠位関係の方向は、どのような様態にも再度方向付けられ得る。

【0128】1つのシンプル階層の第1のエンティティが、他のシンプル階層の1つ以上の第2のエンティティ10にも属する（この場合、両方のシンプル階層の階層関係は同じクラスである）、1つ以上のシンプル階層を表すグラフを結合することによって、より複雑な階層が形成され得る。従って、全ての階層が、階層の全てのメンバによって形成されたグラフに関して、含蓄された積層構造を有する。

【0129】例えば、第1のエンティティが1つ以上の第2のエンティティに対して（クラスXの）前方階層関係を有し、第2の層内の任意の1つのエンティティが1つ以上の第3のエンティティに対し同じ種類の（即ち、20 クラスXの）前方階層関係を有する場合、3つの層が形成される。階層は、ツリーグラフによって表される。

【0130】図1hに、階層的（逆ツリー）関係にある1組のノード12を包含する階層グラフ18hを示す。第1のノード12（「B」と呼ぶ）は、一番上の近位位置にある。「B」ノード12が接続されている全てのノード12は、「B」ノードから下方または遠位方向にある。図1hにおいて、遠位ノードの第1の組を、「B11」、「B12」、および「B13」と呼ぶ。図1hに示す例において、「B13」ノード12も、「B131」、「B132」、「B133」、および「B134」と呼ばれる、4つのノード12と関係を有する。最終的に、「B133」ノード12も、「B1331」、「B1332」、「B1333」、および「B1334」と呼ばれる4つのさらなるノード12と関係を有する。

【0131】図2aに、シンプルネットワークコンフィギュレーションを形成するように、エッジ14によって結合された1組のノード12を包含するコネクティビティグラフ18cを示す。図2bは、図2aのコネクティビティグラフ18cの側面図である。コネクティビティグラフ18cは、図2aのグラフのように平面回転される場合、図2bに示すように、層20と名付けられる。

【0132】図3に、各々の層が3つの層20に配置されたエンティティ（ノード12およびエッジ14）を有する一連の層20を示す。図3に示すように、「B」として呼ばれるノード12は、層2および層3に対して近位（より高い）関係にある層1にの中にある。「B」ノード12は、層2の「B11」、「B12」、および「B13」と呼ばれる3つのノード12との関係を有する。同様に、「B13」ノード12は、層3の「B13

1」、「B132」、「B133」、および「B134」と呼ばれる4つのノード12と関係を有する。

【0133】図4aに、1組のネットワークエンティティ16を示す。図4aに示すように、1組のゼロ個以上の階層グラフ18hが、ネットワークエンティティ16の組に関連付けられ得る。ネットワークエンティティ16の組の中のエンティティのいくつかは、図4aの階層グラフ18hに含まれ得る関係として識別され得る。図4bに、2組のネットワークエンティティ16（「A」および「B」と呼ばれる）を示す。組Aの1つ以上のエンティティは、組Bの1つ以上のエンティティとコネクティビティ関係22を有し得る。図4cに、組Aの1つ以上のエンティティが、コネクティビティグラフ18cを形成するように、組Bの1つ以上のエンティティとコネクティビティ関係22を有する、図4bのネットワークエンティティの組16を示す。

【0134】図5～10に、一般的な組のネットワークコンフィギュレーションデータを1組の相関グラフに分類するための本発明の適用例を示す。

【0135】特定のネットワーク（即ち、ネットワーク「XYZ」）のためのネットワークコンフィギュレーションデータが収集されたが、グラフィカルエレメントが識別されていない、図5の例示から例は始まる。図5に、ネットワーク「XYZ」と呼ばれるネットワーク情報24の一般的なまとめられていない組を示す。

【0136】図6に、図5のネットワーク情報24の一部を備える1組のターミネータ16tおよび1組のスパン16sを示す。図6に、様々なネットワークエレメント（ターミネータおよびスパン）が識別され、分類される、本発明の方法の一部分を示す。図6においては、16tおよび16sの両方の組の中に重複エレメント26が存在し得ることに留意すべきである。重複エレメント26は、本発明の好適な実施形態の方法によるターミネータまたはスパンのいずれかとして、結果的に一意に分類されなければならない。

【0137】実施例における次のステップは、全てのコネクティビティ関係を識別し、層を形成することである。図7に示すように、識別のための努力を助けるために、ターミネータ16tの組、およびスパン16sの組を、さらに3つの層のサブクラス（地理、物理、および論理層サブクラス）に分類する。地理層は、位置エンティティおよびコンジットエンティティからなる。物理層は、ネットワークエレメントエンティティおよびケーブルエンティティからなる。論理層は、論理ポートエンティティおよび回路エンティティからなる。3つの層のサブクラスの各々は、ターミネータ（36、42、48）およびスパン（38、44、50）の両方を有する。さらに、各サブクラスは、示しているように、1組のターミネータエンティティおよび1組のスパンエンティティを包含する。あるいは、ネットワークエレメントは、よ

り細かい組36、38、42、44、48、および50にさらに分類される。組42の中に物理ポートエンティティ16が存在するように、各ネットワークエレメントの組の中には、さらなる部分集合が存在し得る。

【0138】図8に、3つの層30、32、および34に配置された図7のエレメントの組を示す。関係（エッジ）（40、46、52）は、それぞれの層内で、ターミネータ（36、42、48）をスパン（38、44、50）にそれぞれ接続する。図8に示すように、全ての10コネクティビティ関係は、その後識別され、1組の相関コネクティビティグラフ（層）が形成される。各クラス内のターミネータエンティティは、個々のスパンエンティティ、同じ層に属するスパンエンティティのみとコネクティビティ関係を有し得る。このようなコネクティビティ関係は、他のクラスおよびエンティティに特有のコネクティビティ規則によって調整されてもよいし、調整されなくてもよい。

【0139】図9は、階層グラフ37、39、43、45、49、および51と共に、図8のエレメントを有する。図9において、各層サブクラス内のターミネータ間の全ての階層関係ならびに各層サブクラス内の全てのスパンが識別される。

【0140】図10に、様々なエンティティの組36、38、42、44、48、および50の間に確立される階層関係（エッジ）52、54、56、および58と共に、図9内に包含される全てのエレメントを示す。ここで、異なる層サブクラスに属するターミネータ間、および異なる層サブクラスに属するスパン間の全ての階層関係が、識別され、表される。図10に、相関グラフの組で表されるネットワークコンフィギュレーション情報の完全な組を例示する。

【0141】図10に示すネットワークコンフィギュレーション情報については、ユーザに表示されることが所望である。このことは、本発明の範囲および精神の範囲内である。さらに、コンピュータソフトウェアアプリケーションは、図10に示すネットワークコンフィギュレーション情報と同様のネットワークコンフィギュレーション情報を開発するように、様々なネットワークエンティティの識別、分類、および位置付けを容易にするため40に書き込まれ得る。本発明の好適な実施形態には、ユーザが、完全なネットワークコンフィギュレーション情報を備える、任意のまたは全てのネットワークエンティティを、識別し、カテゴリーに分け、分類し、ロードし、格納し、クリエイし、表示することを可能にする適切なコンピュータシステム上で動作するコンピュータソフトウェアが含まれる。

【0142】（装置における本発明の実現）ネットワークコンフィギュレーションをコンピュータ可読媒体に格納することは、有用である。コンピュータ可読媒体にコードされた後、本発明の方法のステップは、行われる

か、実行され得る。コンピュータは、本発明の任意のまでは全ての方法を実行または達成するように、特別にプログラミングされ得る。さらに、ネットワークの格納および解析は、データベースを用いることにより、大いに助けられる。本発明の好適な実施形態において、発明の実現は、コンピュータシステム上で行われる。コンピュータシステムには、RAMまたは同等物の形態で適切な量の関連付けられたメモリを有するプロセッサ、ならびに／あるいは1つ以上のハードディスク、またはCD-ROM、テープ、もしくは同等物のような他の不揮発性媒体が設置されている。さらに、好適な実施形態のコンピュータシステムは、データを入力するためのキーボードおよびマウス、およびデータを出力するためのモニタおよびプリンタを有し得る。プロセッサからの情報をロードおよび／または観ることができる他の入力および出力媒体も、本発明と共に用いることに有用である。本発明は、前述のコンピュータシステムにロードされ得るリレーションナルデータベース、オブジェクトデータベース、およびオブジェクトリレーションナルデータベース上の実現に向いている。

【0143】リレーションナルデータベース上の本発明の実現は、エレメント情報が格納されるデータテーブルのグループと共に達成され得る。好適には、リレーションナルデータベースのテーブルは、モデル化されたネットワーク内に包含される特定のエンティティに対して調整される。ユーザが、柔軟なテーブル構造が可能になるリレーションナルデータベースを利用することが、示唆される。テーブルは、エンティティが、1つのレコードまたはタップルに格納されることを可能にしなければならない。さらに、そのテーブルのレコードは、エンティティの属性の格納を可能にしなければならない。最終的に、このテーブルのレコードは、また、特定のエンティティを一意に識別する一意な値、または属性の組の格納を可能にしなければならない。通常、リレーションナルデータベースにおいて、これは、インデックスキーを用いることを意味する。インデックスキーは、テーブル内の1つ以上のフィールドからなり、リレーションナルデータベースエンジンによって、特定のタップルを一意に識別するために用いられる。本発明にとって有用で、望ましいキーの他の利点は、タップルが同一のキーを有すること、即ち、同じエンティティが1度より多くロードされることを、キーが防ぐことである。

【0144】適切な入力画面が、ネットワーク内のエンティティを、ユーザが識別、分類し、エンティティ属性をリレーションナルデータベースにロードすることを助けるように構成される。照会は、しばしばSQL（構造化照会言語）ステートメントの形態で、ネットワークについての情報を請求する目的で、リレーションナルデータベース内のテーブルに対して方向付けられ得る。SQL照会の結果は、様々なフォーマットにフォーマットされ得

る。例えば、結果は、テーブル状リストであってもよいが、より好適には、結果は観ることができるグラフの形態である。幅広い範囲の出力媒体およびプラットフォームが本発明に対して適用可能である。SQL照会結果は、サーバ、クライアントに送信され得るか、あるいは、ネットワークそのもので、または、例えばインターネットによって遠隔から、ウェブブラウザによって観られるためにフォーマットされ得る。本発明の範囲および精神は、特定の入力または出力媒体あるいはプラットフォームによって限定されない。代わりに、本発明は、一意に分類され、識別されたエンティティをユーザが入力することを可能にし、ユーザが情報を照会することを可能にし、ユーザが結果を分かりやすく見ることを可能にすることによって実施され得る。

【0145】本発明は、また、オブジェクトデータベースと共に用いられ得る。エンティティに特有の属性を格納する個々のエンティティおよびフィールドの各々についてレコード（タップル）を有するテーブルを採用するリレーションナルデータベースとは異なり、オブジェクトデータベースは、エンティティの特定の種類を定義するために「クラス」を用いる。これらのクラスのプロパティは、エンティティの属性を格納するために用いられる。クラスの一意なインスタンスが、個々のエンティティの各々について作製される。オブジェクトデータベースの有用な特徴の1つとして、任意のクラスの個々のインスタンスには、一意なオブジェクト識別子（「OID」）が備わっていることがある。OIDは、単純に、同じクラスの他のオブジェクトについて一意であるのではなく、いずれのオブジェクトについても一意である。さらに、オブジェクトデータベースは、また、エンティティの間の関連付けのモデル化を助けるために利用され得るオブジェクトの間の関係を処理するように、良く設置される。リレーションナルデータベースのように、オブジェクトデータベースは、ユーザに提供され得る情報を請求する目的で、SQLまたはOQL（オブジェクト照会言語）を用いて、照会され得る。例えば、結果は、テーブル状リストであってもよいが、より好適には観ることができるグラフの形態である。幅広い範囲の出力媒体およびプラットフォームが、本発明に対して適用可能である。OQL（あるいはSQLもしくは他の）照会結果は、サーバ、クライアントに送信され得るか、あるいは、ネットワークそのもので、または、例えばインターネットによって遠隔から、ウェブブラウザによって観られるためにフォーマットされ得る。本発明の範囲および精神は、特定の入力または出力媒体あるいはプラットフォームによって限定されない。代わりに、本発明は、一意に分類され、識別されたエンティティをユーザが入力することを可能にし、ユーザが情報を照会することを可能にし、ユーザが結果を分かりやすく見ることを可能にすることによって実施され得る。

【0146】最終的に、しばしばオブジェクトリレーションナルデータベースと呼ばれるリレーションナルデータベース／オブジェクトデータベースハイブリッドは、本発明によって利用され得る。本発明のコンテキストにおいて、オブジェクトリレーションナルデータベースが利用されて、データそのものがリレーションナルデータベース内に格納される（例えば、データベース内の1組のテーブル）のに対し、ネットワークモデル化がオブジェクト指向の方法によって設計され得る。オブジェクトリレーションナルデータベースにおいて慣習的であるように、オブジェクト情報（クラスインスタンスおよびそれらのプロパティ）をリレーションナルデータベース形態（テーブル、タップル、およびフィールド）に変換するために採用されるデータベースマッピングスキームがある。本発明の精神は、オブジェクトリレーションナルマッピングスキームの作製を含むか、あるいは、代替として、組込み型のマッピングスキーム、もしくはサードパーティのマッピングプログラムが採用され得る。リレーションナルデータベースおよびオブジェクトデータベースのように、オブジェクトリレーションナルデータベースは、ユーザに提供され得る情報を請求する目的で、SQLまたはOQL（オブジェクト照会言語）を用いて、照会され得る。例えば、結果は、テーブル状リストであってもよいが、より好適には観ることができるグラフの形態である。幅広い範囲の出力媒体およびプラットフォームが、本発明に対して適用可能である。OQL（あるいはSQLもしくは他の）照会結果は、サーバ、クライアントに送信され得るか、あるいは、ネットワークそのもので、または、例えばインターネットによって遠隔から、ウェブブラウザによって観るためにフォーマットされ得る。本発明の範囲および精神は、特定の入力または出力媒体あるいはプラットフォームによって限定されない。代わりに、本発明は、一意に分類され、識別されたエンティティをユーザが入力することを可能にし、ユーザが情報を照会することを可能にし、ユーザが結果を分かりやすく見ることを可能にする任意の媒体を用いることによって実施され得る。

【0147】本発明の好適な実施形態は、以下の一連のステップによって複合ネットワークをモデル化するための方法である。その最も簡略な形態において、第1のステップは、ネットワークを備えるエンティティについての情報を提供することである。この情報は、ネットワークをモデル化する人、即ち、ネットワークモデル（ユーザ）によって、典型的に提供される。モデルは、その後、エンティティの各々を、ノードまたはエッジのいずれかとして識別する。識別が一意のものでなければならないことが留意されるべきである。ノードは、エッジにはなり得ず、エッジもノードにはなり得ない。しかし、エンティティは、1つのモデルにおいてノードであり、別のモデルにおいてエッジであってもよい。次に、

ユーザは、それより前にネットワークの一部として識別されたノードおよびエッジを有する1組の層を定義付ける。層は、少なくとも1つのノードを含まなければならぬが、エッジを含む必要はない。さらに、ノードは、1つの層のメンバにしかなれない。同様に、エッジは1つの層のメンバにしかなれない。エッジが層の中に含まれる場合、そのエッジは、エッジを包含する層と同じ層の中に包含される1つ以上のノードで終端しなければならない。

10 【0148】複合ネットワークをさらに定義付けるために、さらなるステップが取られ得る。例えば、ネットワークモデルに他の局面を提供するために、一連のステップが本発明の方法に加えられ得る。例えば、ユーザは、第1の層の中の1つ以上のエンティティ、または第2の層の中の1つ以上のエンティティの間の1つ以上の関係を識別し得る。次に、ユーザは、階層的層順に1つ以上の層の組を定義付け得る。層順は、近位端（名目上は、上部）および遠位端（名目上は、底部）を有するように構成される。本発明の好適な実施形態において、第2の層が第1の層より遠位端に近いものとすると、第1の層内の近位ノードは、1つ以上の第2の層内に包含される1つ以上の遠位ノードとのみ、遠位関係を有し得る。最終的に、遠位ノードは、1つの近位ノードとのみ近位関係を有し得る。

20 【0149】包含関係は、「コンテナ」エンティティが1つ以上の他の「コンテンツ」エンティティに関連する階層関係のクラスである。コンテンツエンティティは、コンテナエンティティによって包含されることが理解される。A、B、Cがエンティティで、AがBを包含し、BがCを包含する場合、AはCを包含する。反対に、A、B、Cがエンティティで、CがBによって包含され、BがAによって包含される場合、CはAによって包含される。

【0150】最適化の測定、および本発明のパラダイムに対しての忠実な支持は、ネットワークの表現を最小の数の関連するシンプルグラフに低減することである。しかし、このような最適化は、本発明の実施に必要な訳ではない。

30 【0151】前述の変形例のいずれも、適切なハードウェアを有する1つ以上の適切な汎用コンピュータをプログラミングすることによって実現され得ることが、当業者にとって、この開示内容の利点から、明らかである。プログラミングは、コンピュータが可読なプログラム格納デバイスを用いることによって、および前述の動作を行うために、コンピュータが実行可能な命令のプログラムをコード化することによって、達成され得る。プログラム格納デバイスは、例えば、1つ以上のフロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROMもしくは他の光学的ディスク、磁気テープ、リードオンリメモリチップ（ROM）、ならびに当該技術において周知であるか、

後に開発されるようなこの種の他の形態の形態を取り得る。命令のプログラムは、コンピュータによって多少直接的に実行可能なバイナリ形式の「オブジェクトコード」か、実行前にコンパイル処理またはインタプリタ処理が必要な「ソースコード」か、あるいは部分的にコンパイルされたコードのような中間形であり得る。プログラム格納デバイスおよび命令のコード化の正確な形態は、ここでは重要でない。

【0152】上で開示された特定の実施形態は、例示に過ぎず、本発明は、この教示内容の利点を有する当業者にとって明らかな、異なるが均等の様態で、改変され、実施され得る。さらに、示した構造または設計の詳細についての、請求の範囲に記載した以外の限定は、意図されていない。従って、以上で開示した特定の実施形態が改変または改良され得ること、ならびにこのような変形例は本発明の範囲および精神から逸脱していないことが明らかである。従って、求められる保護は、請求の範囲に記載の通りである。

【0153】

【発明の効果】本発明によれば、複合ネットワークのコンフィギュレーションをモデル化するための方法および装置が提供される。その方法は、ネットワークを含むエンティティについての情報を提供するステップと、1つ以上のエンティティをノードまたはエッジのいずれかとして識別するステップと、ノードおよびエッジからなる1組の層を定義付けるステップとからなる。各層は、少なくとも1つのノードを有し、任意のノードまたはエッジが1つの層のみのメンバであり得る。任意の個々の層内に包含されるエッジは、その同じ層内に包含される丁度2つのノードで終端しなければならない。コンピュータシステムの形態の装置も、提供される。コンピュータシステムは、特定のネットワークエンティティ（ノードまたはエッジ）の属性を包含するデータベースを有し、それらを、各ネットワークエンティティが1度だけエンターアされ得るような様態で、本明細書中で記載する方法のフレームワークでのみ格納する。データベースは、リレーションナル、オブジェクト、またはオブジェクトリレーションナルであり得る。入力および出力媒体が提供されて、ユーザがネットワークコンフィギュレーションについての情報を便利な様態でロードおよび検索することを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1a】図1aは、本発明における、ノードを示す図である。

【図1b】図1bは、本発明における、1組の接続されていないノードを示す図である。

【図1c】図1cは、本発明における、エッジを示す図である。

【図1d】図1dは、本発明における、2つのノードを接続するエッジを示す図である。

【図1e】図1eは、本発明における、接続されていない2組のノードを示す図であり、各組のノードは2本のエッジによってそれぞれリンクされている。

【図1f】図1fは、本発明における、1組のエンティティを示す図である。

10 【図1g】図1gは、本発明における、グラフを示す図である。

【図1h】図1hは、本発明における、接続された包含関係グラフを示す図である。

【図2a】図2aは、本発明における、コネクティビティグラフの上面図である。

【図2b】図2bは、本発明における、1つの層を構成する図2aのコネクティビティグラフの側面図である。

【図3】図3は、本発明における、層と層の間の関係を示す包含関係グラフを示す図である。

20 【図4a】図4aは、本発明における、0個以上のツリーグラフで構成される1つの組を形成する、特定された階層関係を有する1組のエンティティを示す図である。

【図4b】図4bは、本発明における、互いに對して関係を有する2組のエンティティを示す図である。

【図4c】図4cは、本発明における、コネクティビティグラフによって図4bを表した図である。

【図5】図5は、本発明における、1組のまとめられていないネットワーク情報を示す図である。

30 【図6】図6は、本発明における、図6のネットワーク情報を、2組のエンティティに分けた状態を示す図である。

【図7】図7は、本発明における、図6のネットワークエンティティを複数のクラスに分けて特徴付けたものを示す図である。

【図8】図8は、本発明における、図7に示したクラスのコネクティビティ関係を特定して、相関するコネクティビティグラフの複数の層を形成した状態を示す図である。

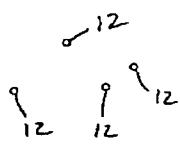
40 【図9】図9は、図8の相関するコネクティビティグラフの階層関係を示す図である。

【図10】図10は、図9に示したクラス間の包含関係を示す図である。

【図11】図11は、本発明の方法のフローチャートである。

【図12】図12は、本発明の定義用語の構成を示す図である。

【図1 b】



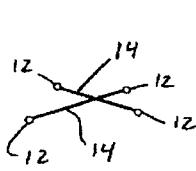
【図1 c】



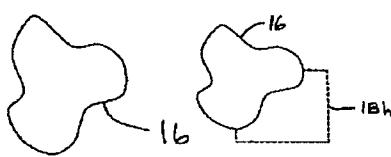
【図1 d】



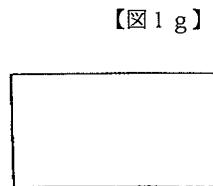
【図1 e】



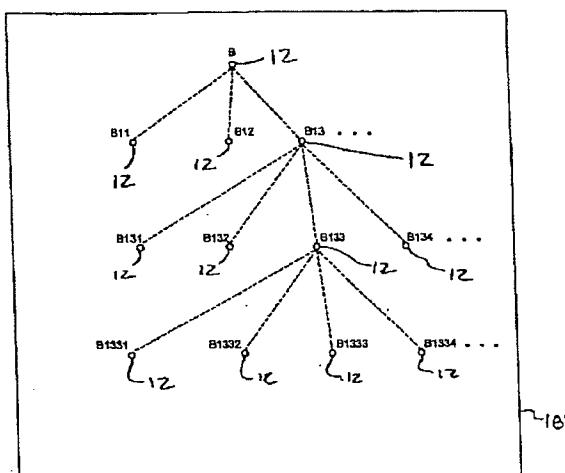
【図1 f】



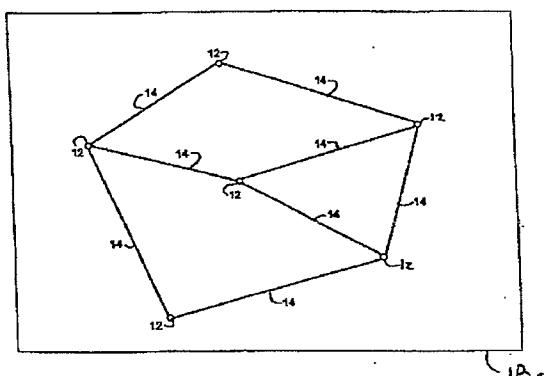
【図4 a】



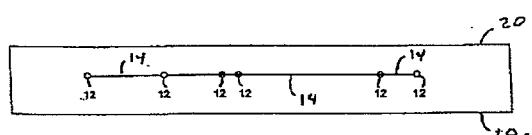
【図1 h】



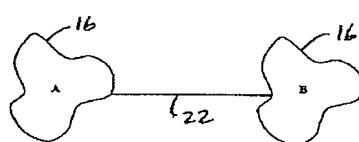
【図2 a】



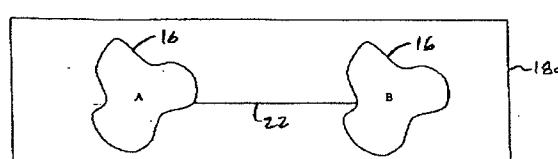
【図2 b】



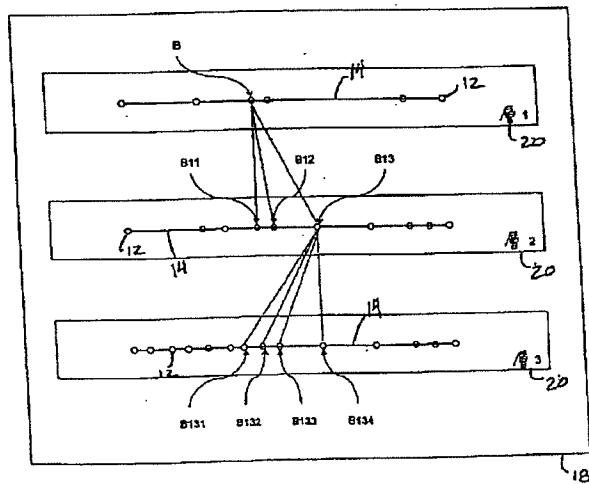
【図4 b】



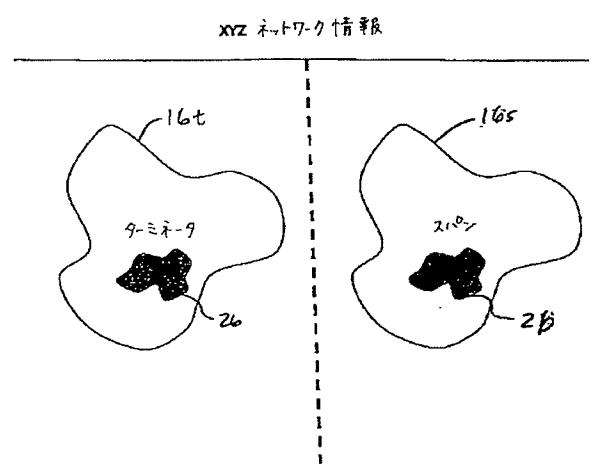
【図4 c】



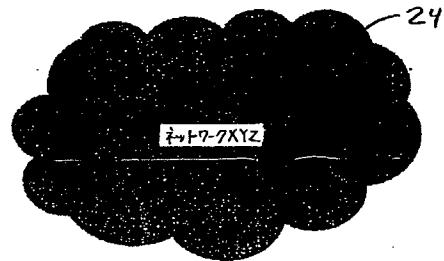
【図3】



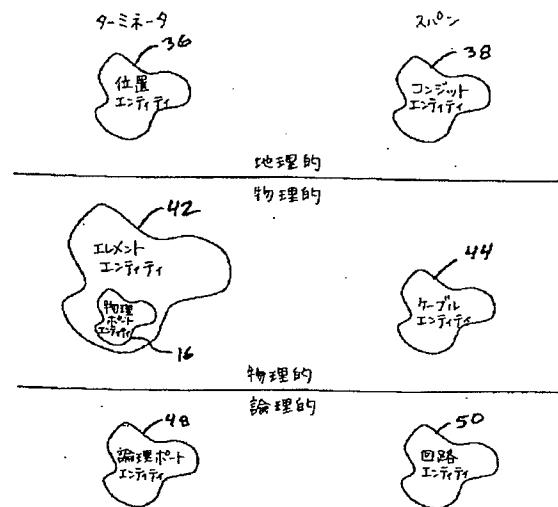
【図6】



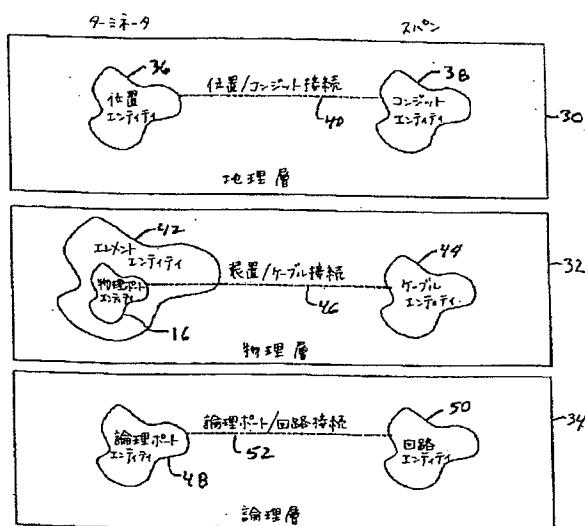
【図5】



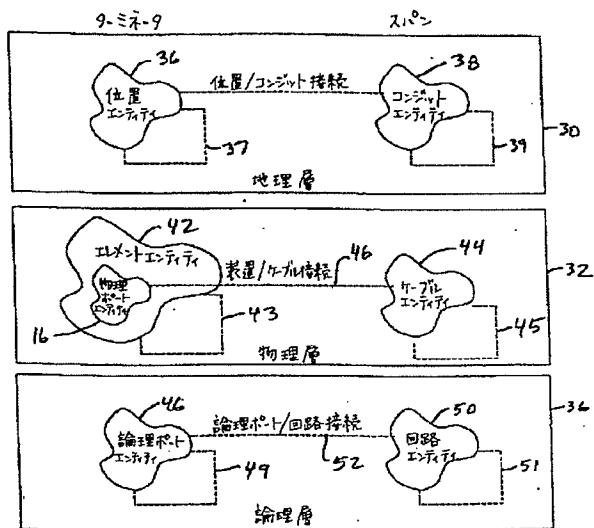
【図7】



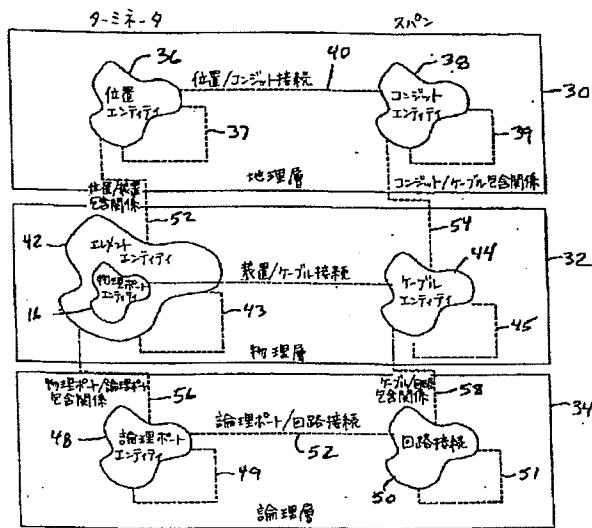
【図8】



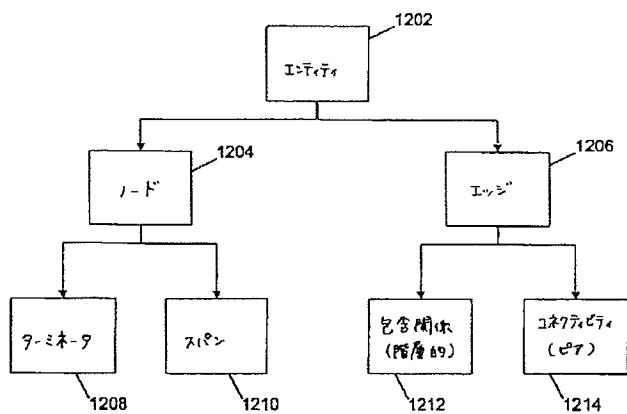
【図9】



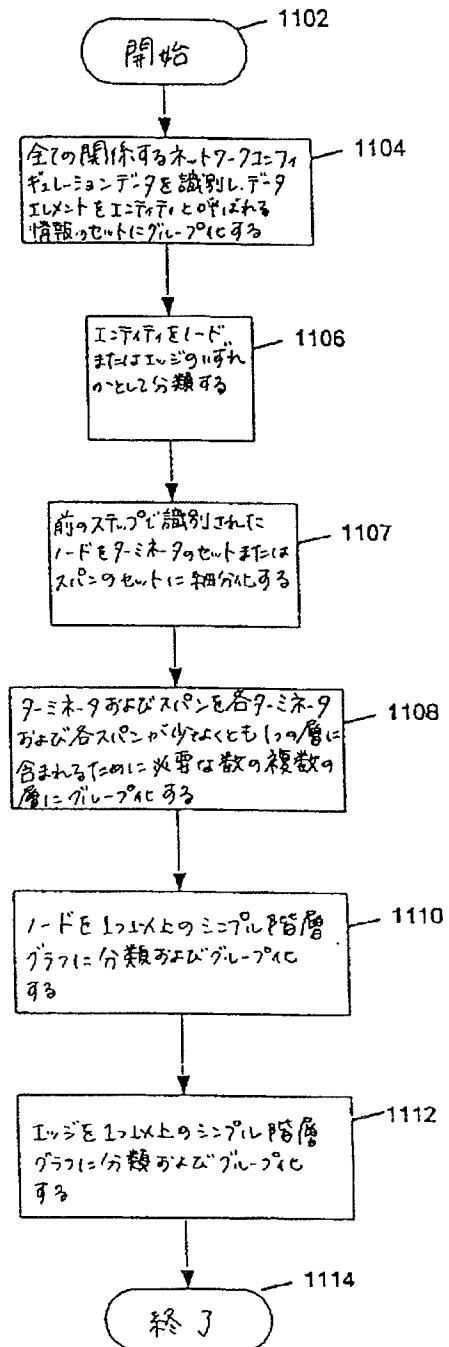
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(71)出願人 500478488

6925 Portwest, Suite
110, Houston, Texas
77024, United States
of America